

**PATENT OFFICE**  
**JAPANESE GOVERNMENT**

JC862 U.S. PTO  
09/748901



*Hy*  
*C. Band*  
*6-4-21*

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: December 27, 1999

Application Number : P11 - 371859

Applicant(s) : KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

September 8, 2000

Commissioner,  
Patent Office

Kouzou OIKAWA

Number of Certification : 2000 - 3073159

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 1 2 月 2 7 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 3 7 1 8 5 9 号

出 願 人

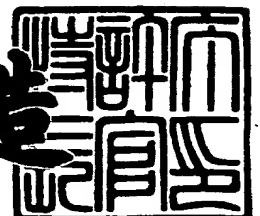
Applicant (s):

株式会社東芝

2 0 0 0 年 9 月 8 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 7 3 1 5 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 4HA999013

【提出日】 平成11年12月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50  
H01L 21/82

【発明の名称】 配線負荷見積もり装置、配線負荷見積もり方法、および  
配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体

【請求項の数】 9

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 大田黒 幸雄

【特許出願人】  
【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】  
【識別番号】 100083806

【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】  
【識別番号】 100068342

【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】  
【識別番号】 100100712

【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線負荷見積もり方法、配線負荷見積もり装置、および配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ネットリストを読み込み、該ネットリストに記述された信号名、セルの識別名および端子名を少なくとも含む接続情報を作成する読み込み部と、

該接続情報、および前記セルの配置位置、を用いて、前記セルの座標を算出し、該座標を前記ネットリストの接続点座標として設定する算出部と、

該接続点座標を用いて配線経路を決定する配線部と、

該配線経路から配線容量および配線抵抗を見積もる見積もり部とを有することを特徴とする配線負荷見積もり装置。

【請求項 2】 前記セルの配置位置は、前記セルの中心座標、または、左下および右上の頂点座標、で与えられることを特徴とする請求項 1 に記載の配線負荷見積もり装置。

【請求項 3】 前記算出部は、前記接続情報、前記セルの配置位置、および前記セルの端子の配置位置を用いて、前記端子の座標を算出し、該座標を前記ネットリストの接続点座標として設定する端子座標算出部、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の配線負荷見積もり装置。

【請求項 4】 前記端子座標算出部は、前記セルの回転および鏡像反転の少なくとも一方を含む配置条件を用いて、前記接続点座標を設定することを特徴とする請求項 3 に記載の配線負荷見積もり装置。

【請求項 5】 前記算出部は、前記接続情報、チップの外部端子の配置位置、およびチップのサイズを用いて、前記外部端子の座標を算出し、該座標を前記ネットリストの接続点座標として設定する外部端子座標算出部、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の配線負荷見積もり装置。

【請求項 6】 前記配線部は、配線経路決定の際に、同一の信号に接続された複数の接続点の x 座標および y 座標それぞれについて、最大値および最小値を算出し、

該 x 座標および y 座標それぞれについて、最大値と最小値の差を求め、該求めた差から、前記接続点を含む矩形領域が x 方向と y 方向のいずれの方向に長いかを判定し、

該判定された長方向に基幹配線を配置し、

該基幹配線から最も遠い接続点と基幹配線との間で配線処理し、その後、残余の接続点を、前記基幹配線から遠い順に、前記基幹配線を含む、すでに配置済みの配線のうち最近接する配線との間で配線処理することを特徴とする請求項 1 に記載の配線負荷見積もり装置。

【請求項 7】 前記見積もられた配線容量および配線抵抗を出力する出力部を、さらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の配線負荷見積もり装置。

【請求項 8】 ネットリストを読み込み、該ネットリストに記述された信号名、セルの識別名および端子名を少なくとも含む接続情報を作成する工程と、

該接続情報、および前記セルの配置位置、を用いて、前記セルの座標を算出し、該座標を前記ネットリストの接続点座標として設定する工程と、

該接続点座標を用いて配線経路を決定する工程と、

該配線経路から配線容量および配線抵抗を見積もる工程とを少なくとも含むことを特徴とする配線負荷見積もり方法。

【請求項 9】 ネットリストを読み込み、該ネットリストに記述された信号名、セルの識別名および端子名を少なくとも含む接続情報を作成する手順と、

該接続情報、および前記セルの配置位置、を用いて、前記セルの座標を算出し、該座標を前記ネットリストの接続点座標として設定する手順と、

該接続点座標を用いて配線経路を決定する手順と、

該配線経路から配線容量および配線抵抗を見積もる手順とを少なくとも含むことを特徴とする配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セル間やブロック間等の配線負荷を見積もる配線負荷見積もり装置

、配線負荷見積もり方法、および配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体に係り、特に、配線負荷の見積もり精度を向上できる配線負荷見積もり技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

L S I の微細化が進むにつれて、素子自身の遅れよりも、配線遅延のほうが大きくな問題となってきた。このため、配線負荷（配線抵抗、配線容量）をより詳細に見積もって、論理シミュレーション、タイミング・シミュレーション検証等を実行することは、極めて重要な事柄である。

【0003】

従来技術においては、配線抵抗および配線容量の見積もり値は、次の手順で算出される。

【0004】

（手順1-1）ネットリストを配置配線ツールに入力し、自動配置配線を行う。

【0005】

（手順1-2）レイアウト結果から、ネット（配線）ごとの接続点数、配線容量および配線抵抗を求める。

【0006】

（手順1-3）求めたネットごとの接続点数、配線容量および配線抵抗を統計処理し、接続点数ごとの配線容量および配線抵抗を算出する。その結果は、テーブルとして計算機上の記憶領域に保存される。

【0007】

ここまでは、準備段階であり、上記の（手順1-1）～（手順1-3）により、接続点数ごとの配線容量および配線抵抗を示したテーブルを生成する。図13に、そのテーブルの一例を示す。各ネットの配線容量および配線抵抗の見積もりは、このテーブルを参照して行われる。

【0008】

（手順2-1）ネットリストから各ネットの接続点数情報を算出する。通常、

ネットリストは接続関係を階層的に記述するので、接続点数情報の算出の際、ネットリストの平坦化が実行される。

【 0 0 0 9 】

(手順 2 - 2) 求めた接続点数情報に基づいて、上述のテーブルを参照し、各ネットの配線容量および配線抵抗を求める。

【 0 0 1 0 】

上記の(手順 2 - 1) ~ (手順 2 - 2) により、ネットリストのネットごとの配線容量および配線抵抗を求めることができる。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術では、上記のテーブルを参照することにより、各ネットの配線容量や配線抵抗を求めている。ところが、そのテーブル作成には多大な時間が必要である。なぜなら、テーブル作成の際には、セルやブロックを一度自動配置配線し、各ネットの接続点数、配線容量および配線抵抗を求める必要があるからである。LSIの大規模化に伴い、この自動配置配線処理に要する時間は増大する一方であり、配線負荷の見積もりに要する時間の長期化は必至である。

【 0 0 1 2 】

また、配線負荷見積もりに要する時間が長いため、配線遅延を考慮したタイミング解析等は、設計の後期において行われる場合が多い。このため、タイミング制約が満たされなかった場合には、もう一度初期段階から設計をやり直す必要があり、あまり効率的な作業とは言えなかった。

【 0 0 1 3 】

さらに、各ネットの配線容量および配線抵抗は、各ネットの接続点数のみによって定義されており、各ネットの配線長は全く考慮されていない。このため、たとえば接続点数は比較的少ないが、配線長が比較的長いネットについては、実際の値と比べて見積もり値は小さく評価されてしまうことになる。逆に、接続点数は比較的多いが、配線長が比較的短いネットについては、実際の値と比べて見積もり値は大きく評価されてしまう。これらは、すべてのネットの長さを一律に平均値と見なして、上記のテーブルを求めたことに起因するものである。



【 0 0 1 4 】

本発明は、このような課題を解決し、配線負荷の見積もり精度の向上を図ることができる配線負荷見積もり装置、配線負荷見積もり方法、および配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

本発明の他の目的は、半導体集積回路の設計工期を短縮させ、しいては半導体集積回路の製造期間を短縮させることができる配線負荷見積もり装置、配線負荷見積もり方法、および配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体を提供することである。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の特徴は、ネットリストを読み込み、そのネットリストに記述された信号名、セルの識別名および端子名を少なくとも含む接続情報を作成する読み込み部と、その接続情報、およびセルの配置位置、を用いて、セルの座標を算出し、その座標をネットリストの接続点座標として設定する算出部と、その接続点座標を用いて配線経路を決定する配線部と、その配線経路から配線容量および配線抵抗を見積もる見積もり部とを有する配線負荷見積もり装置であることである。

【 0 0 1 7 】

ここで、「セル」には、セルのみならず、マクロブロック、および複数のセルをまとめたグループからなる合成ブロック、が含まれる。セルは、LSIを設計するときの単位で、比較的簡単な回路素子である。マクロブロックは、比較的複雑なセルであり、メモリ、ALU、マルチプレクサ等である。また、合成ブロックは、いくつかのセルのまとまりである。

【 0 0 1 8 】

本発明の特徴では、セルの詳細配置前に、ネットリスト全体をいくつかの領域に分割し、チップ中におけるそれぞれの配置位置を定義する。分割されたそれぞれの領域には複数のセルが含まれることになる。そして、分割されたそれぞれの領域の座標を定義することで、それらの領域間の配線容量および配線抵抗をレイ

アウト前に見積もることが可能となる。

【 0 0 1 9 】

本発明の特徴によれば、従来のような統計データによるテーブルを用いる方法と比較して、チップのブロック間の配線負荷の見積もり精度が向上する。

【 0 0 2 0 】

また、従来のように自動配置後の配線見積もりと比較して、セルの配置前にセル群の座標を定義するだけで、配線負荷の見積もりが可能である。このため、設計の初期段階で、正確な配線負荷を考慮したタイミング解析が可能となる。

【 0 0 2 1 】

本発明の特徴において、セルがメモリ等の非常に規模の大きなマクロブロックの場合には、端子すべてをセルの座標で定義せず、端子ごとにそれぞれの座標を用いて、接続点座標として定義すれば良い。端子位置を正確に定義することで、より正確に配線負荷の見積もりが可能となる。また、セルの配置の際に、回転や鏡像反転等が行なわれ得場合には、これらも考慮することにより、正確に端子位置を定義し、それにより高精度の配線負荷見積もりが可能となる。

【 0 0 2 2 】

本発明の特徴において、チップ全体を、まずチップで使われるコアブロックを設計しておき、次にそのコアブロックを組み合わせてチップ全体を組み上げるといった、階層的な方法で設計する場合、まず下位階層でレイアウトを行い、次に上位階層で、下位階層をマクロブロックの扱いをしてレイアウトを行なえば良い。この場合、下位階層（コアブロック）の外部端子の位置を先ず決定しなければならない。したがって、下位階層の端子の辺（上下左右の別）を指定し、下位階層のセル群の座標にしたがって最適な端子位置を計算し、その位置にしたがって配線負荷の見積もりを行なうことができる。さらに、上位階層の配線負荷の見積もりの際には、下位階層のマクロブロックの端子位置として使用すれば、正確な配線負荷の見積もりが可能となる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。以下の図面の記

載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。

#### 【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の実施の形態に係る配線負荷見積もり装置の構成を示す図である。図 1 に示すように、本発明の実施の形態に係る配線負荷見積もり装置は、ネットリスト 1 0 を入力し、接続情報 1 2 を出力するネットリスト読み込み部 1 4 と、位置情報ファイル 1 6 を入力し、位置情報 1 8 を出力する位置情報読み込み部 2 0 と、セル・ライブラリ 2 2 を入力し、セル情報 2 4 を出力するセル・ライブラリ読み込み部 2 6 と、接続情報 1 2 および位置情報 1 8 を入力し、接続点座標 2 8 を出力する接続点座標算出部 3 0 と、接続情報 1 2 および接続点座標 2 8 を入力し、経路情報 3 2 を出力する概略配線部 3 4 と、経路情報 3 2 を入力し、配線負荷 3 6 を出力する配線負荷見積もり部 3 8 と、接続情報 1 2、セル情報 2 4 および配線負荷 3 6 を入力し、配線情報 4 0 を出力する出力部 4 2 と、を少なくとも有している。以下、これら各部について具体的に説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

##### (A) ネットリスト読み込み部 1 4

ネットリスト（ネットリストファイル）1 0 は、評価対象の集積回路またはその一部を構成する回路素子の接続関係を記述するものである。通常、ネットリスト 1 0 は、データのコンパクト化等のため、接続関係を階層的に記述する。ネットリスト読み込み部 1 4 は、与えられたネットリスト 1 0 を読み込み、ネットリスト 1 0 に記述された接続関係から、評価対象回路の接続情報 1 2 を取得する。この接続情報 1 2 には、(a) 各信号名、(b) 各信号に接続されるセル（インスタンス）の名称、および (c) 各インスタンスのピン名、が含まれる。より具体的には、ネットリスト読み込み部 1 4 は、まず階層構造を有するネットリスト 1 0 の平坦化を実行する。そして、上位の階層から順に各ネットを追跡し、上記の (a) 各信号名、(b) 各インスタンス名、および (c) 各インスタンスのピン名を示すテーブルを作成する。

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 に、ネットリスト読み込み部 1 4 が作成した、(a) 各信号名、(b) 各インスタンス名、および (c) 各ピン名、を表わすテーブルの一例を示す。図 2

の接続情報テーブルの例では、各信号名には、その信号の階層を示す名称が付されている。たとえば「top.signalname1」は、「top」階層の下に位置し、名称「signalname1」を有する信号を意味する。同様に、「top.sub1.signalname3」は、「top」階層下の「sub1」階層の下に位置し、名称「signalname3」を有する信号を意味している。そして、たとえば信号「signalname1」には、「top」階層の下の「sub1」階層の下に位置し、名称「inst1」を有するインスタンス、「top」階層の下の「sub2」階層の下に位置し、名称「inst2」を有するインスタンス、「top」階層の下の「sub3」階層の下に位置し、名称「inst3」を有するインスタンス、が接続されている。さらに、信号「signalname1」と接続する、各インスタンスのピン名がそれぞれ「a」、「b」、「z」であることを示している。通常、ネットリスト読み込み部 14 が作成する接続情報テーブルは、信号名、インスタンス名およびピン名の接続関係を、関連付けして記述する。図 2 の例では、各信号名を示すテーブルに、接続先のインスタンス名およびそのピン名を示すテーブルの場所を指示するポインタが付されている。

#### 【0027】

##### (B) セル・ライブラリ読み込み部 26

セル・ライブラリ 22 は、セル、マクロブロック（マクロセル）などが多数登録されたデータベースであり、通常、各セルのレイアウト、シミュレーション・データなどを包含してデータベース化されている。セル・ライブラリ読み込み部 26 は、このセル・ライブラリ 22 を読み込み、各セルの（a）名称、（b）各セルが有する各ピンの名称、（c）各ピンの属性（入力ピンであるか出力ピンであるかを示す属性）、および（d）各ピンの容量（入力ピンのみ）、を含むセル情報 24 を取得する。そして、セル・ライブラリ読み込み部 26 は、取得したセル情報 24 を示すセル情報テーブルを作成する。なお、ここでは、セル・ライブラリ 22 に、たとえば論理合成に使われる、各セルの端子情報およびタイミング情報が、少なくとも含まれていれば良い。

#### 【0028】

##### (C) 位置情報読み込み部 20

位置情報読み込み部 20 に与えられる位置情報ファイル 16 は、ブロック座標

ファイル、マクロブロックピン座標ファイル、および外部ピン位置ファイル、で構成される。

#### 【0029】

図3に、ブロック座標ファイルの一例を示す。図3に示すように、ブロック座標ファイルは、セル、マクロブロック、および複数のセルをまとめたグループからなる合成ブロック、といった各インスタンスの座標を示すものである。座標の表示方法としては、(a) 各インスタンスの中心座標の表示、(b) 各インスタンスの左下および右上の頂点座標の表示、(c) 左下および右上の頂点座標の表示に加えて、回転コードを付加したもの、が挙げられる。たとえば図3の例では、インスタンス「ACORE」および「ACORE\_BUFFER」については、その中心座標が表示されている。また、インスタンス「BCORE」については、その左下および右上の頂点座標が表示されている。インスタンス「MACRO」については、その左下および右上の頂点座標に加えて、回転コードが表示されている。図4に、図3で用いられる回転コードの一例を示す。

#### 【0030】

図5に、マクロブロックピン座標ファイルの一例を示す。図5に示すように、マクロブロック座標ファイルには、(a) 各マクロブロック名、(b) 各マクロブロックのピン名、および(c) 各ピンの座標、が示されている。ここでは、各ピンの座標は、そのピンが設けられたマクロブロックの左下の頂点を原点とするx座標およびy座標によって表示される。

#### 【0031】

図6に、外部ピン位置ファイルの一例を示す。図6に示すように、外部ピン位置ファイルには、チップサイズおよび外部ピンそれぞれが配置されるチップの辺が記載される。図6の例では、チップサイズは「10000×10000」であり、各外部ピン名とその配置場所の対応関係が記載されている。また、ファイルに記載されていない外部ピン（「default」）は、右辺に配置されることになる。

#### 【0032】

図7は、図1に示した位置情報読み込み部20の構成を示す図である。図7に

示すように、この位置情報読み込み部 20 は、上記のブロック座標ファイル 16 a を入力し、ブロック位置情報 18 a を出力するブロック座標読み込み部 20 a と、マクロブロックピン座標ファイル 16 b を入力し、マクロブロックピン位置情報 18 b を出力するマクロブロックピン座標読み込み部 20 b と、外部ピン位置ファイル 16 c を入力し、外部ピン位置情報 18 c を出力する外部ピン位置読み込み部 20 c と、から構成される。

#### 【0033】

ブロック座標読み込み部 20 a は、ブロック座標ファイル 16 a を読み込み、セル、マクロブロック、および合成ブロック、といった各インスタンスの座標（中心座標、原点座標、頂点座標等）、各インスタンスのサイズ、回転コード等を取得する。そして、ブロック座標読み込み部 20 a は、取得したこれらを示すテーブルを作成する。

#### 【0034】

マクロブロックピン座標読み込み部 20 b は、マクロブロックピン座標ファイル 16 b を読み込み、各マクロブロックのピン座標を取得する。すなわち、各ピンの配置位置のマクロブロックの原点からのずれ量を取得する。なお、ここでは、このピン座標は、各マクロブロックの左下の頂点を原点とする x 座標および y 座標で表示されている。マクロブロック座標読み込み部 20 b は、取得したピン座標を示すテーブルを作成する。

#### 【0035】

外部ピン位置読み込み部 20 c は、外部ピン位置ファイル 16 c を読み込み、各外部ピンの配置位置およびチップサイズを取得する。そして、取得したこれらを示すテーブルを作成する。

#### 【0036】

#### (D) 接続点座標算出部 30

図 8 は、図 1 に示した接続点座標算出部 30 の構成を示す図である。図 8 に示すように、この接続点座標算出部 30 は、位置情報 18 からセル、マクロブロック、および合成ブロックといった各インスタンスの座標を取得し、各インスタンスの中心座標 44 を求める中心座標算出部 30 a と、位置情報 18 から各マクロ

ブロックのピン座標および回転コードを取得し、各ピンのオフセット46を求めるオフセット算出部30bと、オフセット46、および位置情報18から各マクロブロックの座標、を取得し、各ピンのピン座標48を求めるピン座標算出部30cと、中心座標44、ピン座標48、および接続情報12を取得し、接続点座標28を求める座標選択部30dと、から構成される。

## 【0037】

中心座標算出部30aは、位置情報18から各インスタンス（セル、マクロブロック、および合成ブロック）の座標を取得する。各セル、マクロブロック、および合成ブロックの座標が、各セル等の中心座標を表示している場合には、取得された座標をそのまま中心座標44とする。一方、各インスタンスの座標が、各インスタンスの左下および右上の頂点座標を示している場合には、取得された左下および右上の頂点座標の平均値を中心座標44とする。そして、中心座標算出部30aは、各セル、マクロブロック、および合成ブロックの名称と求めた中心座標44とを関連付けたテーブルを作成する。

## 【0038】

オフセット算出部30bは、位置情報18から各マクロブロックのピン座標および回転コードを取得する。取得された各マクロブロックのピン座標および回転コードに基づき、次のようにして、各ピンのオフセット46を求める。ここでは、各マクロブロックのピン座標を $(x_{in}, y_{in})$ 、各ピンのオフセットを $(x_{out}, y_{out})$ 、原点を $(0, 0)$ とする。また、回転コードは、図4に示したものとする。

## 【0039】

(a) 回転コードが「0」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (x_{in}, y_{in})$ とする。

## 【0040】

(b) 回転コードが「2」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (0 - y_{in}, x_{in})$ とする。

## 【0041】

(c) 回転コードが「4」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (0 - x_{in}, 0 -$

$y_{in}$ ) とする。

【0 0 4 2】

(d) 回転コードが「6」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (y_{in}, 0 - x_{in})$  とする。

【0 0 4 3】

(e) 回転コードが「1 2」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (0 - x_{in}, y_{in})$  とする。

【0 0 4 4】

(f) 回転コードが「8」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (x_{in}, 0 - y_{in})$  とする。

【0 0 4 5】

(g) 回転コードが「1 0」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (y_{in}, x_{in})$  とする。

【0 0 4 6】

(h) 回転コードが「1 4」の場合には、 $(x_{out}, y_{out}) = (0 - y_{in}, 0 - x_{in})$  とする。

【0 0 4 7】

ピン座標算出部 3 0 c は、位置情報 1 8 から各マクロブロックの座標を取得すると共に、各ピンのオフセット 4 6 を取得する。各マクロブロックの原点の座標（ここでは、左下の頂点の座標）と各ピンのオフセット 4 6 を加算し、各ピンのピン座標 4 8 を求める。そして、ピン座標算出部 3 0 c は、マクロブロック名、ピン名、および座標を関連付けたテーブルを作成する。

【0 0 4 8】

座標選択部 3 0 d は、ネットリスト読み込み部 1 4 から出力された接続情報 1 2 を取得し、接続情報 1 2 に記載された各接続点の座標を計算する。この計算には、中心座標算出部 3 0 a およびピン座標算出部 3 0 c によって作成されたテーブルを参照して、実行される。ここで、ピン座標算出部 3 0 c のテーブルに記載された各ピンの座標については、そのテーブルの座標がそのまま設定され、そのマクロブロックの中心座標は設定されない。このため、各マクロブロックのピン



については、各ピンそれぞれが接続点となる。また、その他のセル、合成ブロックについては、各インスタンスの中心座標が接続点となる。

## 【 0 0 4 9 】

また、接続点座標算出部 3 0 は、上記の中心座標算出部 3 0 a、オフセット算出部 3 0 b、ピン座標算出部 3 0 c、および座標選択部 3 0 d 以外に、外部ピン座標生成部を備える構成としても良い。図 9 に、外部ピン座標生成部を示す。図 9 に示すように、この外部ピン座標生成部 3 0 e は、ネットリスト読み込み部 1 4 が出力する接続情報 1 2 を取得すると共に、外部ピン位置読み込み部 2 0 c が出力する外部ピン位置情報 1 8 c を取得する。外部ピン座標生成部 3 0 e は、接続情報 1 2 に記載された各信号のうち外部ピンが接続されているものを選択し、選択された外部ピンが配置される辺を、外部ピン位置情報 1 8 c を参照して認識する。そして、次のようにして、各外部ピンの座標を計算する。ここで、外部ピンの座標を  $(x, y)$  とする。また、チップの原点  $(0, 0)$  をチップの左下の頂点とする。

## 【 0 0 5 0 】

(a) 外部ピンが配置される辺が左辺にある場合には、 $(x, y) = (0, \text{他の接続点の } y \text{ 座標のばらつきの中心値})$  とする。

## 【 0 0 5 1 】

(b) 外部ピンが配置される辺が右辺にある場合には、 $(x, y) = (\text{チップサイズ}, \text{他の接続点の } y \text{ 座標のばらつきの中心値})$  とする。

## 【 0 0 5 2 】

(c) 外部ピンが配置される辺が上辺にある場合には、 $(x, y) = (\text{他の接続点の } x \text{ 座標のばらつきの中心値}, \text{チップサイズ})$  とする。

## 【 0 0 5 3 】

(d) 外部ピンが配置される辺が下辺にある場合には、 $(x, y) = (\text{他の接続点の } x \text{ 座標のばらつきの中心値}, 0)$  とする。

## 【 0 0 5 4 】

外部ピン座標生成部 3 0 e は、計算した外部ピンの座標 2 8 a を、テーブル化された接続点座標 2 8 に追加する。

## 【0 0 5 5】

## (E) 概略配線部 3 4

概略配線部 3 4 は、接続点座標算出部 3 0 によって求められた接続点の座標 2 8 に基づいて、各接続点間の概略配線を実行する。そして、概略配線の結果を経路情報 3 2 として出力する。

## 【0 0 5 6】

図 1 0 は、概略配線部 3 4 の概略配線の処理手順を示すフローチャートである。また、図 1 1 は、概略配線部 3 4 の概略配線の処理手順を説明するための図である。図 1 0 に示すように、接続情報 1 2 に記載された複数の信号から 1 つを選択し（ステップ S 1 0 1）、その信号に接続された接続点の x 座標および y 座標それぞれについて、最大および最小値を算出する（ステップ S 1 0 2）。次に、x 座標および y 座標それぞれについて、最大値および最小値それぞれの差を求め（ステップ S 1 0 3）、どちらの差が大きいか比較する（ステップ S 1 0 4）。すなわち、接続点が点在する矩形領域（図 1 1（a）参照）について、x 方向と y 方向のうちどちらの辺が長いかを判定する。

## 【0 0 5 7】

そして、x 方向の方が長い場合には（図 1 1（b）参照）、その矩形領域内を x 方向に延びる基幹配線を配置する。基幹配線の x 座標は、接続点の x 座標の最小値から最大値の範囲である。また、基幹配線の y 座標は、すべての接続点の重心の y 座標とする（ステップ S 1 0 5）。

## 【0 0 5 8】

一方、y 方向の方が長い場合には、その矩形領域内を y 方向に延びる基幹配線を配置する。基幹配線の y 座標は、接続点の y 座標の最小値から最大値の範囲である。また、基幹配線の x 座標は、すべての接続点の重心の x 座標とする（ステップ S 1 0 6）。

## 【0 0 5 9】

次に、基幹配線に最も遠い接続点から順に配線処理を行なう（図 1 1（c）参照）。具体的には、最初、基幹配線から最も遠い接続点と基幹配線との間の配線処理が行われる。その後は、残りの接続点と、基幹配線を含む、すでに配置済み

の配線のうち、接続点と最近接する配線との間で配線処理が行なわれる（ステップ S 1 0 7）。そして、すべての信号について処理が終了していなければ（ステップ S 1 0 8 N O）、ステップ 1 0 1 に戻り、終了していれば（ステップ S 1 0 8 Y E S）、概略配線の処理が終了する。

## 【 0 0 6 0 】

## （F）配線負荷見積もり部 3 8

配線負荷見積もり部 3 8 は、上記の経路情報 3 2 に基づいて配線負荷 3 6 を算出する。配線負荷見積もり部 3 8 は、あらかじめ単位長さ当りの配線負荷、すなわち配線抵抗および配線容量の値を保持しており、これらの値と経路情報 3 2 から各接続点間の配線抵抗および配線容量を計算する。

## 【 0 0 6 1 】

## （G）出力部 4 2

出力部 4 2 は、配線負荷見積もり部 3 8 によって求められた配線負荷 3 6、接続情報 1 2、およびセル情報 2 4 を取得し、それらを関連付けて出力する。具体的には、出力部 4 2 は、各信号名、各接続点名、各接続点の容量、各接続点の入出力の区別、各接続点の座標、および各接続点間の配線容量および配線抵抗を関連付けて出力する。図 1 2 に、出力部 4 2 が出力する配線情報 4 0 の一例を示す。

## 【 0 0 6 2 】

以上説明したように、本発明の実施の形態によれば、L S I 等の半導体集積回路の配線負荷を、統計データを利用する従来と比べて、より詳細に見積もることができる。また、このように配線負荷の見積もり精度を向上させることは、シミュレーションの精度が向上することに他ならない。この精度向上により、設計工期を短縮させ、しいては半導体集積回路の製造期間を短縮させることができる。特に、L S I 等の半導体集積回路は、研究・開発から製品化までの期間の短さを競っているのが半導体産業における現実である。したがって、本実施の形態によれば、半導体集積回路の設計から試作・開発までの期間が短縮されるので、工業的利益およびその重要性はきわめて高い。

## 【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

本発明によれば、配線負荷の見積もり精度の向上を図ることができる配線負荷見積もり装置、配線負荷見積もり方法、および配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体を実現できる。

【0064】

本発明によれば、半導体集積回路の設計工期を短縮させ、しいては半導体集積回路の製造期間を短縮させることができる配線負荷見積もり装置、配線負荷見積もり方法、および配線負荷見積もりプログラムを記録した記録媒体を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係る配線負荷見積もり装置の構成を示す図である。

【図2】

図1のネットリスト読み込み部が作成した接続情報テーブルの一例を示す図である。

【図3】

本発明の実施の形態に係るブロック座標ファイルの一例を示す図である。

【図4】

図3で用いられる回転コードの一例を示す図である。

【図5】

本発明の実施の形態に係るマクロブロックピン座標ファイルの一例を示す図である。

【図6】

本発明の実施の形態に係る外部ピン位置ファイルの一例を示す図である。

【図7】

図1の位置情報読み込み部の構成を示す図である。

【図8】

図1の接続点座標算出部の構成を示す図である。

【図9】

図 1 の接続点座標算出部が備える外部ピン座標生成部を説明するための図である。

【図 1 0】

図 1 の概略配線部の概略配線の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 1】

図 1 の概略配線部の概略配線の処理手順を説明するための図である。

【図 1 2】

図 1 の出力部が出力する配線情報の一例を示す図である。

【図 1 3】

従来技術に係る接続点数ごとの配線容量および配線抵抗を示したテーブルを示す図である。

【符号の説明】

- 1 0 ネットリスト
- 1 2 接続情報
- 1 4 ネットリスト読み込み部
- 1 6 位置情報ファイル
- 1 8 位置情報
- 2 0 位置情報読み込み部
- 2 2 セル・ライブラリ
- 2 4 セル情報
- 2 6 セル・ライブラリ読み込み部
- 2 8 接続点座標
- 3 0 接続点座標算出部
- 3 2 経路情報
- 3 4 概略配線部
- 3 6 配線負荷
- 3 8 配線負荷見積もり部
- 4 0 配線情報
- 4 2 出力部

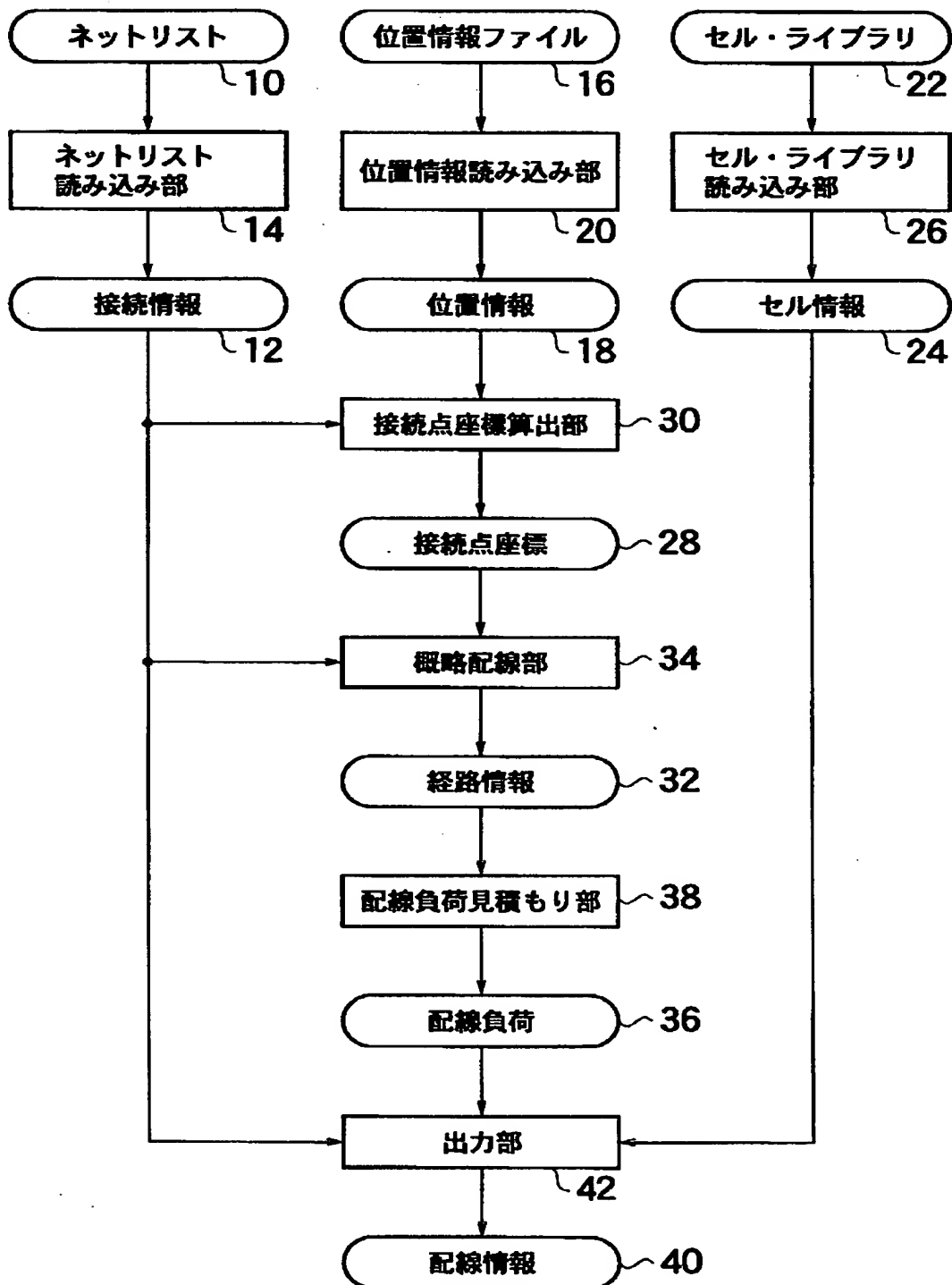
4 4 中心座標

4 6 オフセット

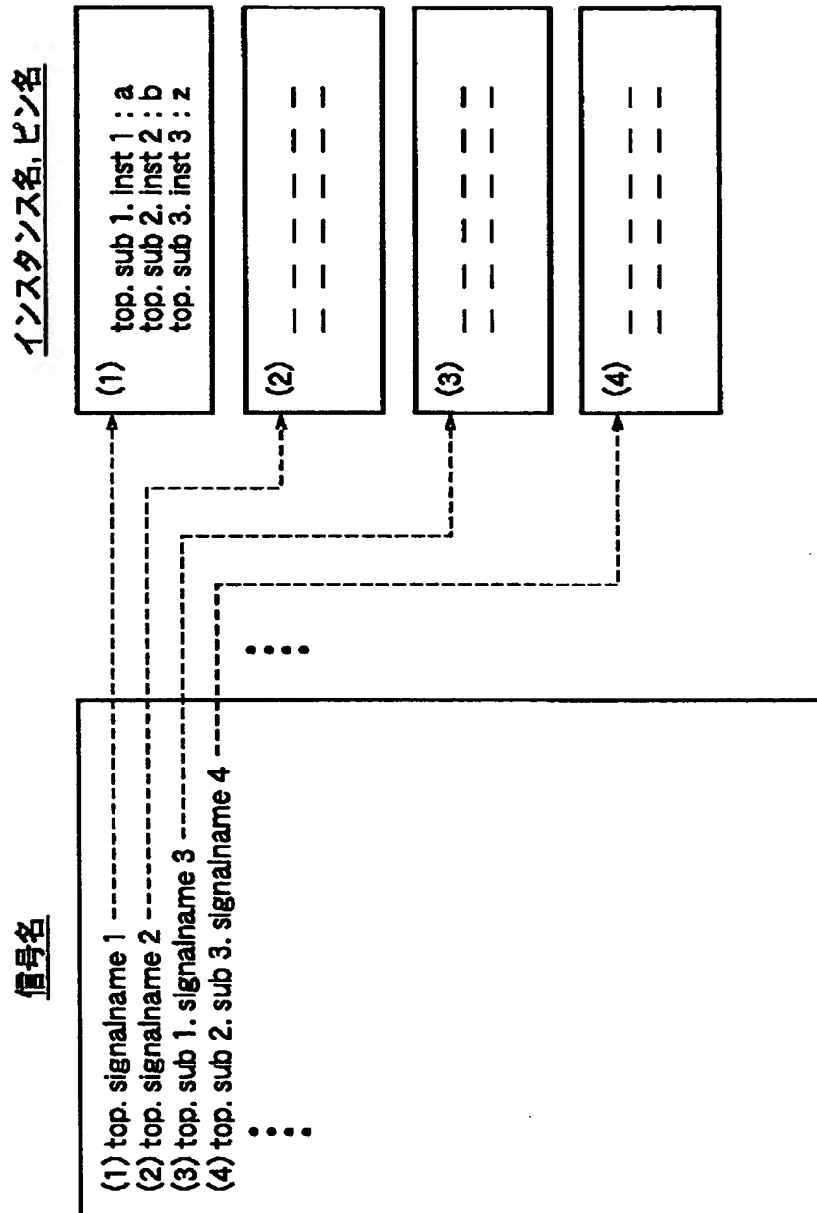
4 8 ピン座標

【書類名】 図面

【図 1】

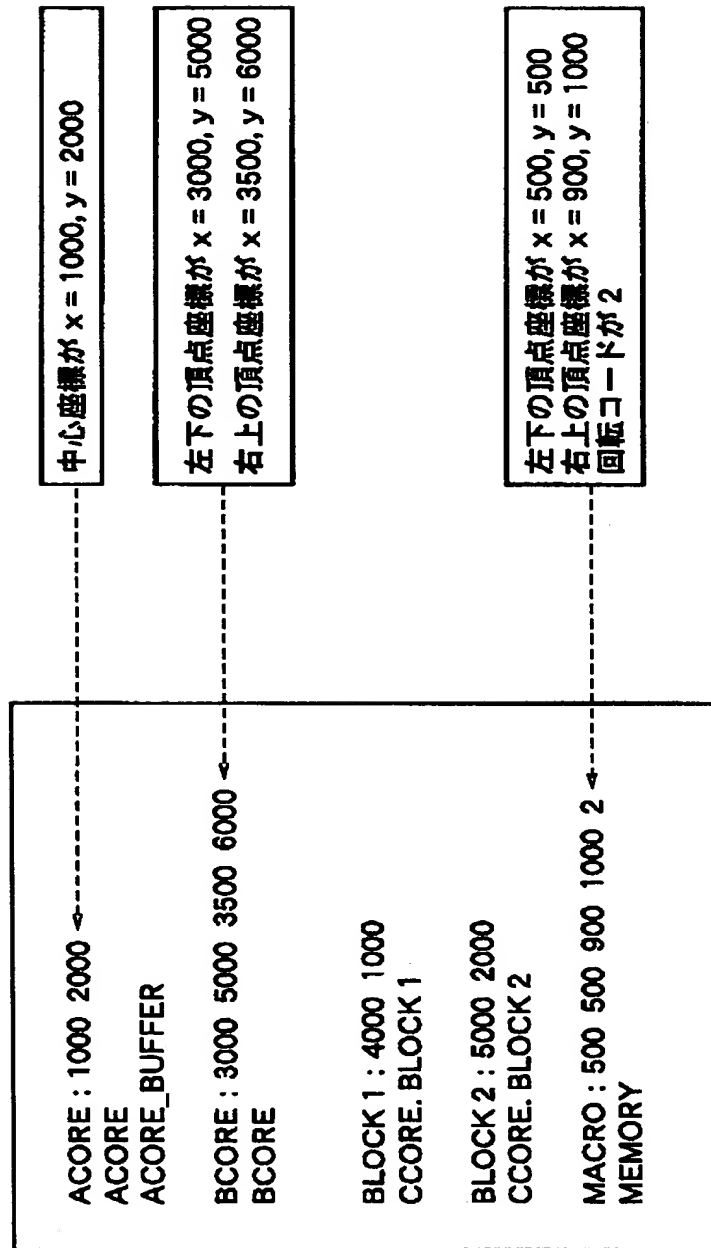


【図 2】





【図 3】



【図 4】

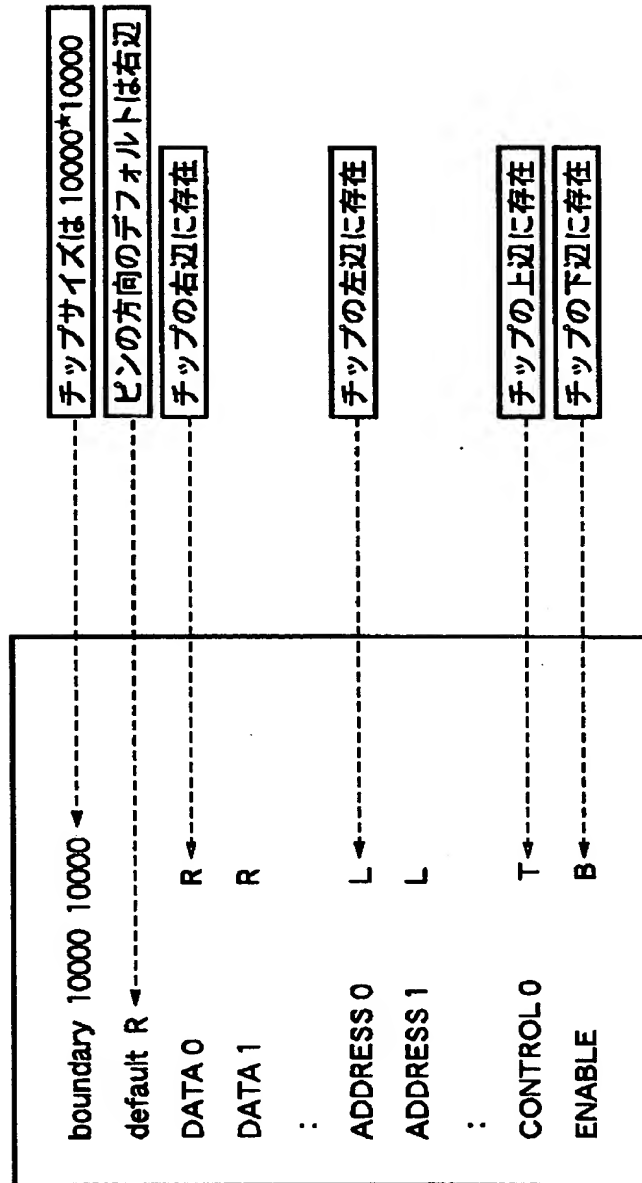
回転コード

- 0 : 回転なし
- 2 : 左90度回転
- 4 : 180度回転
- 6 : 右90度回転
- 12 : x軸に沿ってミラー反転
- 8 : y軸に沿ってミラー反転
- 10 : x軸に沿ってミラー反転した後、左90度回転
- 14 : x軸に沿ってミラー反転した後、右90度回転

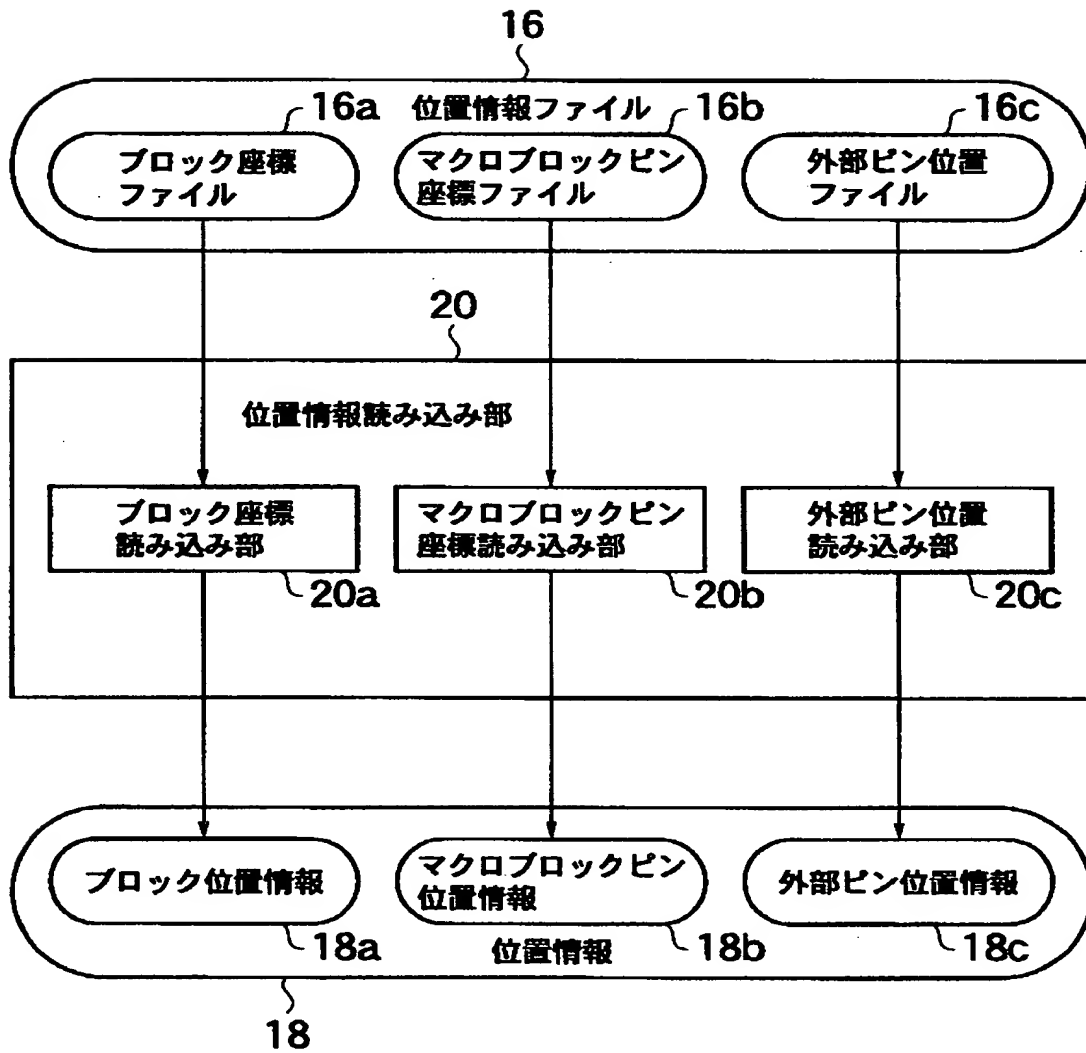
【図 5】

ブロック名	ピン名	x座標,y座標
MEMORY 1	A 0	100 0
MEMORY 1	A 1	200 0
MEMORY 1	A 2	300 0
:		
MEMORY 2	A 0	0 100
MEMORY 2	A 1	0 200

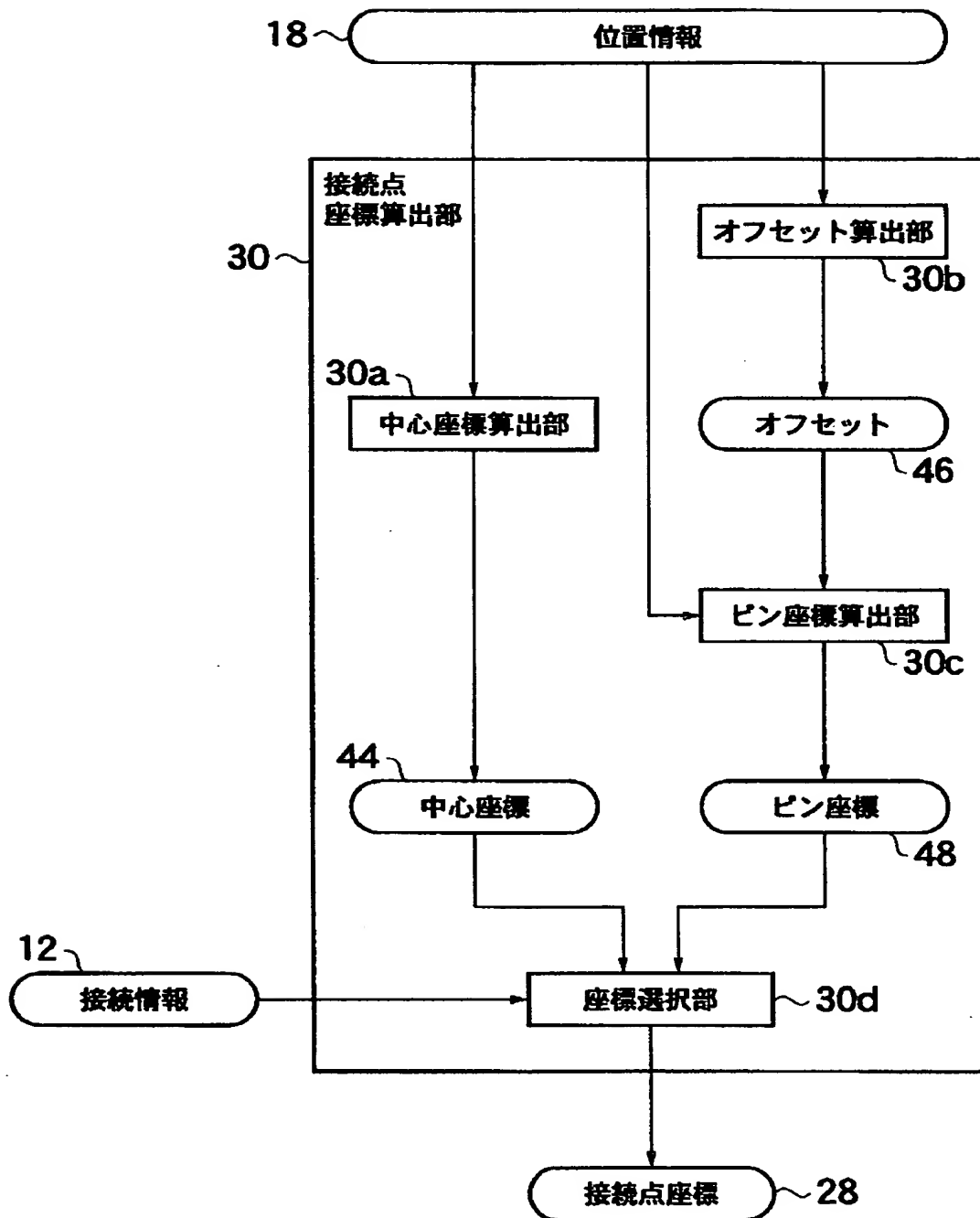
【図 6】



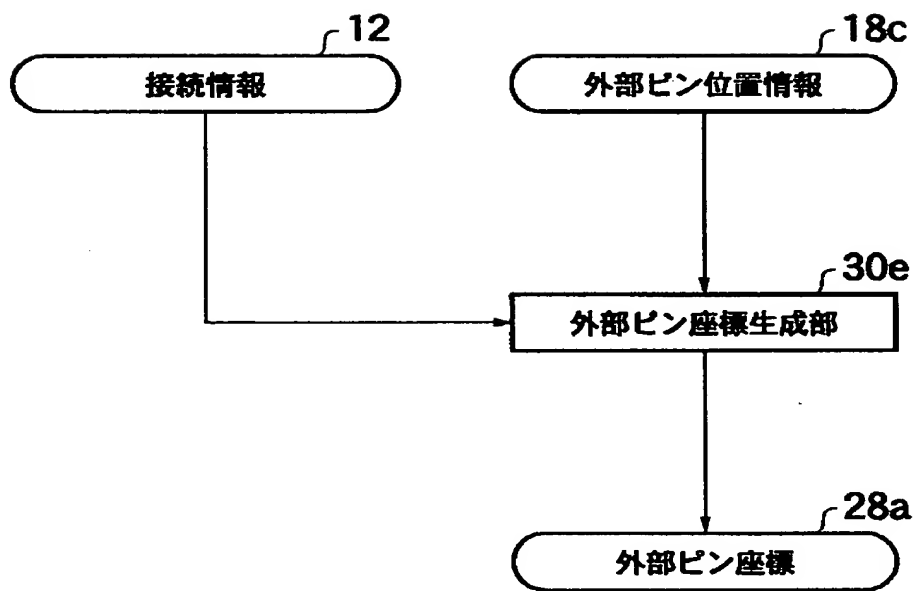
【図 7】



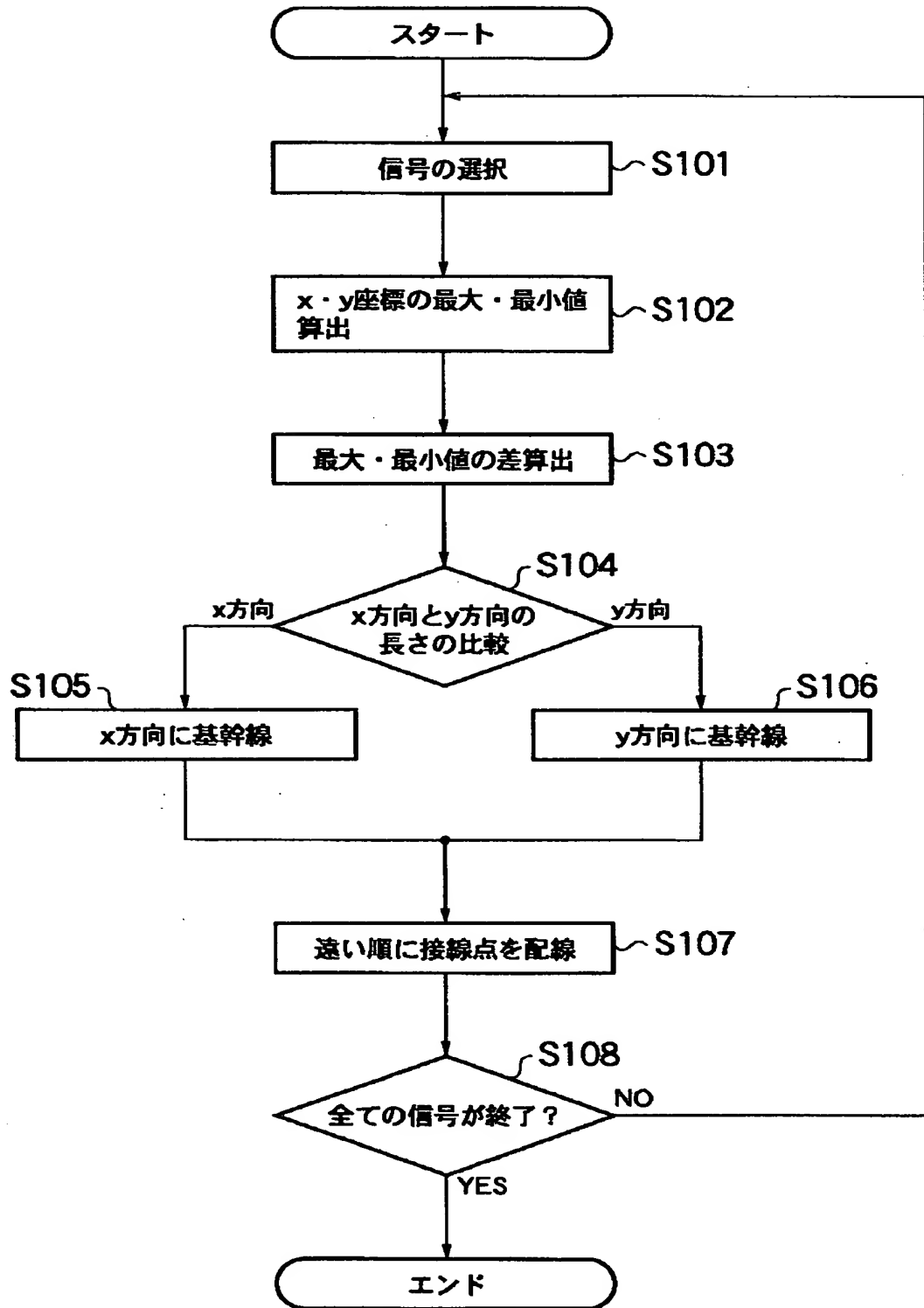
【図 8】



【図 9】

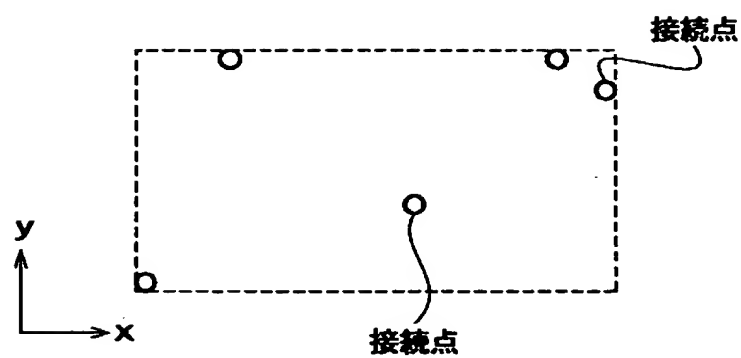


【図 1 0】

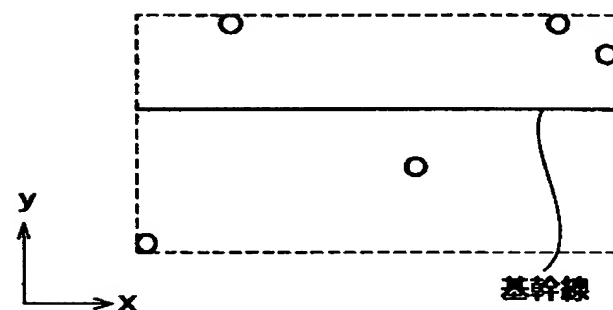


【图 1 1】

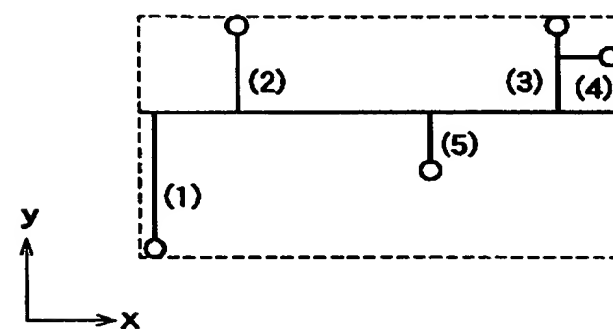
(a)



(b)



(c)





信号名	容量
*   NET DATAOUT_4_0.742880PF	
接続ノード	接続点
ピン名	IN/OUT 容量 座標x y
*   (LITE_255.M10 : A LITE_255.M10 A   0.013960PF -197917 -750000)	
*   (LITE_255.M4 : A LITE_255.M4 A   0.044753PF -197917 -750000)	
*   (SAM_HOS_TOP.HOS_HS.HSDAT_reg_4_ : Q SAM_HOS_TOP.HOS_HS.HSDAT_reg_4_ Q 0.00000000PF -190740 -328505)	
Cg1_30 N138_281_5 0 8.700e-15	
Cg2_30 N138_282_127 0 9.744e-14	
Cg3_30 N138_282_155 0 9.744e-14	
Cg4_30 N138_282_183 0 9.744e-14	
Cg5_30 N138_282_211 0 5.923e-14	
Cg6_30 N138_282_37 0 8.744e-14	
Cg7_30 N138_282_65 0 8.744e-14	
Cg8_30 N138_282_9 0 5.742e-14	
Cg9_30 N138_282_93 0 5.918e-14	
Cg10_30 N138_282_99 0 5.918e-14	
Cg11_30 SAM_HOS_TOP.HOS_HS.HSDAT_reg_4_ : Q 0.1211e-14	
R1_30 LITE_255.M10 : A N138_281_5 0.100	
R2_30 LITE_255.M4 : A N138_281_5 0.100	
R3_30 SAM_HOS_TOP.HOS_HS.HSDAT_reg_4_ : Q N138_282_211 18.300	
R4_30 N138_282_211 N138_282_183 75.800	
R5_30 N138_282_183 N138_282_155 75.800	
R6_30 N138_282_155 N138_282_127 75.800	
R7_30 N138_282_127 N138_282_99 75.800	
R8_30 N138_282_99 N138_282_93 16.200	
R9_30 N138_282_93 N138_282_65 75.800	
R10_30 N138_282_65 N138_282_37 75.800	
R11_30 N138_282_37 N138_282_9 75.800	
R12_30 N138_282_9 N138_281_5 19.500	

< === 配線抵抗

< === 配線抵抗

【図 1 3】

接続点数	配線抵抗	配線容量
2	10	100
3	20	150
4	50	260
5	80	350
6	100	500
:	:	:
:	:	:

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配線負荷の見積もり精度の向上を図ることができる配線負荷見積もり技術を提供する。

【解決手段】 ネットリスト 10 を読み込み、ネットリスト 10 に記述された信号名、セルの識別名および端子名を少なくとも含む接続情報 12 を作成するネットリスト読み込み部 14 と、接続情報 12、およびセルの座標等を含む位置情報 18 を、を用いて、ネットリスト 10 の接続点座標 28 を算出する接続点算出部 28 と、接続点座標 28 を用いて配線経路を決定し、経路情報 32 を出力する概略配線部 34 と、経路情報 32 から配線容量および配線抵抗を見積もる配線負荷見積もり部 38、を有する配線負荷見積もり装置である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝